

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

| | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------------------|
| In re Patent Application of |) | |
| Josef GIESSLER et al. |) | MAIL STOP - PATENT APPLICATION |
| Application No.: [NOT ASSIGNED] |) | |
| Filed: August 18, 2003 |) | |
| For: DRILLING OR MILLING TOOL AND |) | |
| PROCESS FOR ITS MANUFACTURE |) | |
| |) | |
| |) | |
| |) | |

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the foreign country of Germany is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

GERMAN Patent Application No. 102 38 334.0

Filed: August 16, 2003

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application and which is identified in the original Oath/Declaration. Acknowledgment of receipt of the certified document is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: August 18, 2003

By:


Alan E. Kopecki
Registration No. 25,813

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620



Aquirks

Dr. Dieter Weber *Dipl.-Chem.*

Klaus Seiffert *Dipl.-Phys.*

Dr. Winfried Lieke *Dipl.-Phys.*

Dr. Roland Weber *Dipl.-Chem.*

Weber, Seiffert, Lieke · Patentanwälte · Postfach 6145 · 65051 Wiesbaden

Deutsches Patent- und Markenamt
Zweibrückenstr. 12

80331 München

Patentanwälte
European Patent Attorneys

Taunusstraße 5a
65183 Wiesbaden
Postfach 6145 · 65051 Wiesbaden
Telefon 06 11 / 99 174-0
Telefax 06 11 / 99 174-50
E-Mail: mail@WSL-Patent.de

Datum: 16. August 2002
Li/ri - RI_001

Unsere Akte: #SANDVI 102-03-DE

Sandvik AB
Patent Department
811 81 SANDVIKEN
SWEDEN

Bohr- oder Fräswerkzeug und Verfahren zu dessen Herstellung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bohr- oder Fräswerkzeug mit einem Schaft und einem Schneidteil, wobei der Schneidteil an seinem Umfang spiralförmig umlaufende und sich bis zur Stirnseite des Schneidteils erstreckende Spannuten, sowie an seiner Stirnseite Schneidkanten aufweist, die durch den Schnitt eines Teils der Spannutenflächen mit der Stirnfläche des Werkzeuges gebildet werden, wobei der zu einer die Werkzeugachse enthaltenden Ebene gemessene Drallwinkel der Spannuten größer ist als der zu einer entsprechenden Ebene gemessene Winkel der an die stirnseitigen Schneidkanten angrenzenden Spanflächen. Entsprechende Bohr- oder Fräswerkzeuge sind schon seit einiger Zeit bekannt. Insbesondere Bohrer oder Fräser, die aus besonders harten Werkstoffen, wie z.B. Sintercarbid, Bornitrid, Siliciumnitrid oder Mischungen hiervon bestehen, sind im Bereich der stirnseitigen Schneidkanten mehr oder weniger stark bruchgefährdet. Dabei ist festzustellen, daß manche Materialien bei zunehmender Härte und Verschleißbeständigkeit leider auch zunehmend brüchiger werden. Zwar ist es in den vergangenen Jahren schon mit vielfältigen Herstellungsmethoden gelungen, entsprechende Hartstoffe zäher zu machen, so daß sie weniger leicht ausbrechen, andererseits wirken diesen Verbesserungen jedoch zunehmende Anforderungen an die Schneidkantengeometrie entgegen.

Postgiro: Frankfurt/M 6763-602
Bank: Dresdner Bank AG, Wiesbaden
Konto 27 680 700 (BLZ 510 800 60)

So gibt es inzwischen bereits seit längerem Bohrer oder auch Stirnfräser, die aus einem massiven Hartstoffmaterial, wie z.B. Wolframcarbid oder einem der oben genannten Materialien, bestehen. Bei entsprechenden Werkzeugen, die spiralförmig umlaufende Nuten haben, wird der Spanwinkel der stirnseitigen Schneidkanten im wesentlichen durch den Drallwinkel der Spannuten definiert. Dies liegt daran, daß die Schneidkanten durch den Schnitt zwischen Spannut und Stirnfläche des Werkzeuges gebildet werden.

Bei dem entsprechenden Verfahren zur Herstellung eines Bohr- oder Fräswerkzeuges, welches einen Schaft und einen im wesentlichen zylindrischen Schneidteil aufweist, wird nämlich mit Hilfe einer zur Achse des Werkzeuges geneigten, rotierenden Schleifscheibe während einer axialen Relativbewegung zwischen Schleifscheibe und Werkzeug und bei einer gleichzeitigen Drehung des Schneidteils um seine Achse die Spannuten spiralförmig in den Schneidteil eingeschliffen. Soweit Spannuten bereits beim Herstellen oder Sintern vorgeformt sind, werden die Spannuten durch diesen Vorgang fertiggestellt und nachgeschliffen. Da die Schneidkante im wesentlichen durch die von einem flachen, ebenen Teil der Schleifscheibe hergestellte Wand der Spannut gebildet wird und die Achse der Schleifscheibe genau unter dem Komplementärwinkel zum Drallwinkel relativ zur Achse des Schneidteils geneigt ist, ergibt sich für diesen Abschnitt der Spannutfläche eine Neigung relativ zu einer die Achse des Werkzeuges enthaltenden Ebene um eben den gewünschten Drallwinkel zu erzielen und da diese Fläche sich bis zur Stirnseite des Werkzeuges fortsetzt, bildet dieser Teil der Nutfläche schließlich auch die Spanfläche, die in entsprechender Weise zur Achse des Werkzeuges geneigt ist. Läßt man einen axialen Vorschub des Werkzeuges unberücksichtigt, der im übrigen auch bei Bohrern pro Umdrehung nicht übermäßig groß ist, so entspricht der Drallwinkel genau dem Spanwinkel der stirnseitigen Schneidkante. Dabei bleiben Variationen dieses Spanwinkels in radialer Richtung, die notwendigerweise aufgrund des steileren spiraligen Verlaufs der Spannuten näher am Zentrum bzw. der Achse des Schneidwerkzeuges auftreten müssen, zunächst unberücksichtigt.

Zur Erzielung geringer Schneidkräfte ist es wünschenswert, den Spanwinkel möglichst groß zu machen. Dies führt allerdings zu einem zunehmend kleineren Keilwinkel zwischen Spanfläche und Freifläche, so daß die Schneidkante auch im Profil immer scharfkantiger bzw. spitzwinkliger erscheint, wobei sie allerdings auch einer erhöhten Bruchgefahr ausgesetzt ist. Andererseits trägt der große Drallwinkel der Spannuten auch zu einer verbesserten Abfuhr von Spänen bei und ist deshalb auch aus diesem Grund erwünscht.

Es ist bereits versucht worden, die sich aus einem großen Drallwinkel ergebenden Probleme der Bruchanfälligkeit der Schneidkante dadurch zu beheben, daß man die Schneidkante "gebrochen" hat, das heißt, eine Fase angeschliffen hat, die die Schneidkante weniger scharfkantig macht, wobei die so gebildete Fläche der Fase den unmittelbar an die Schneidkante angrenzenden Spanflächen-

bereich definiert und somit eine Spanfläche bildet, die einen erheblich kleineren (positiven) Spanwinkel hat.

5 Allerdings erfordert eine solche Fase eine relativ aufwendige und umständliche Herstellung, da nach dem Herstellen der Spannuten das Werkzeug nochmals in einem neuen Arbeitsschritt mit einem entsprechenden Schleifwerkzeug bearbeitet werden muß, welches die Abfasung an der Schneidkante herstellt.

10 Nachteilig ist auch, daß durch die Abfasung der Schneidkante die entstehenden Schneidkräfte wieder beträchtlich erhöht werden.

15 Gegenüber diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Bohr- oder Fräswerkzeug sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung zu schaffen, welches geringe Schnittkräfte aufweist und dennoch einen großen Drallwinkel zur Erzeugung eines guten Spantransportes und günstiger Zerspanverhältnisse zu schaffen.

Hinsichtlich des eingangs erwähnten Bohr- oder Fräswerkzeuges wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe dadurch gelöst, daß der Spanflächenwinkel, ausgehend von der stirnseitigen Schneidkante, kontinuierlich in den Drallwinkel der Spannuten übergeht.

20 Wie bereits erwähnt, ist der Spanwinkel der Winkel zwischen der Spanfläche und einer Normalen zu der erzeugten Oberfläche. Da die erzeugte Oberfläche im wesentlichen der Stirnfläche des Werkzeuges entspricht, entspricht eine Normale zur Schneidkante im wesentlichen der Werkzeugachse, wobei auch im Fall einer mehr oder weniger kegelförmigen Stirnfläche der Spanwinkel relativ zu
25 einer die Achse enthaltenden Ebene und in einer parallel zur Achse verlaufenden Ebene gemessen wird. Ein kontinuierlich von einem kleineren Spanwinkelwert in den Wert des Drallwinkels übergehender Zahlenwert entspricht dann einer zur Spitze hin kontinuierlich steiler verlaufenden Spannute bzw. zumindest derjenigen Nutfläche, die mit der Stirnfläche eine Schneidkante definiert.

30 Anders ausgedrückt, könnte man das kennzeichnende Merkmal der Erfindung auch so formulieren, daß im Endbereich des Werkzeuges der Drallwinkel zur Stirnfläche des Bohrers kontinuierlich kleiner wird.

35 Hinsichtlich des entsprechenden Verfahrens wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe dadurch gelöst, daß bei der Annäherung des aktiven Schleifscheibenbereiches an die Stirnfläche des Werkzeuges die Achse der Schleifscheibe (noch weiter) in Richtung der Erzeugung eines kleineren Drallwinkels kontinuierlich verkippt wird. Die Achse der Schleifscheibe, die eine flache, an ihrem äußeren Umfang abgerundete Scheibe ist, deren Dicke der maximalen Breite der Spannute entspricht

und deren abgerundeter Außenumfang im Profil dem Profil der Spannut entspricht, ist relativ zu der Achse des Werkzeuges um einen Winkel geneigt, der dem Komplementärwinkel zum Drallwinkel entspricht. Wenn also der Drallwinkel mit γ_{p2} bezeichnet wird, so hat die Achse der Schleifscheibe relativ zur Achse des Werkzeuges eine Neigung von $90^\circ - \gamma_{p2}$. Eine Zunahme des Winkels zwischen
5 Schleifscheibenachse und Werkzeugachse bedeutet also eine Verkleinerung des Drallwinkels, so daß letztlich, wenn der aktive Schleifscheibenbereich den axialen Endabschnitt der Spannut schleift, der minimale Drallwinkel erreicht ist, der dann auch dem Spanwinkel γ_{p0} entspricht.

Dabei ist es auch möglich, den Spanwinkel γ_{p0} bis auf den Wert 0 abzusenken oder sogar negativ zu
10 machen, indem die Achse der Schleifscheibe bei der Annäherung des Arbeitsbereiches an die Stirnfläche des Werkzeuges gegenüber der Achse des Werkzeuges um 90° und darüber hinaus verkippt wird.

Weiterhin ist es möglich, das Verhältnis der axialen Relativgeschwindigkeit zwischen Schleifscheibe
15 und Werkzeug und der Winkelgeschwindigkeit bei der Drehung des Werkzeuges um seine eigene Achse bei der Annäherung an die Werkzeugstirnfläche zu verändern, insbesondere zu vergrößern, während das Verkippen der Schleifscheibenachse mit kontinuierlicher Geschwindigkeit erfolgt. Stattdessen kann aber auch die Verkipfung zunächst etwas langsamer oder etwas schneller erfolgen oder umgekehrt, wodurch ganz bestimmte, gewünschte Profile des kontinuierlichen Übergangs
20 zwischen Spanwinkel und Drallwinkel erzeugt werden. Erfindungsgemäß ist ein Werkzeug bevorzugt, bei welchem der Übergang vom Spanwinkel zum Drallwinkel, ausgehend von der Schneidkante, zunächst mit einem relativ kleinen Übergangsradius erfolgt, während der letzte Abschnitt des Übergangs zum Drallwinkel über einen größeren Krümmungsradius erfolgt. Der Krümmungsradius des Übergangsbereiches, dessen Richtung im übrigen auch der Richtung der Schleifscheibenachse
25 entspricht und dessen Richtung insofern den Komplementärwinkel zu dem jeweils aktuellen Drallwinkel bzw. Spanwinkel bildet, kann sich beim Übergang von dem Spanwinkel an der Schneidkante in den axial weiter innen liegenden, konstanten Drallwinkel auch kontinuierlich verändern.

Die axiale Erstreckung dieses Übergangsbereiches entspricht allerhöchstens dem Durchmesser des
30 Werkzeuges und beträgt vorzugsweise weniger als der halbe Durchmesser des Werkzeuges. Sofern im äußeren Eckbereich beim Übergang von der Stirnfläche zur Umfangsfläche des Schneidteiles eine Abfasung oder Abrundung dieses Eckbereiches vorgesehen ist, erstreckt sich der allmähliche Übergang vom Spanwinkel zum Drallwinkel über mindestens die gleiche axiale Länge.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden
35 deutlich anhand der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform und der dazugehörigen Figuren. Es zeigen:

- Figur 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Werkzeuges in Form eines Stirnfräasers,
Figur 2 die Draufsicht auf die Stirnfläche des in Figur 1 dargestellten Fräasers,
Figur 3a einen vergrößerten Ausschnitt des unteren Bereiches des Schneidteils nach
5 Figur 1 und
Figuren 3b und c einen nochmals vergrößerten Ausschnitt des Verlaufes der Hauptschneidkante 5 im Stirnbereich des Fräasers in zwei verschiedenen Varianten.

Man erkennt in Figur 1 einen Stirnfräser mit einem Schaft 1 für das Einspannen in eine entsprechende Werkzeugmaschine und mit einem Schneidteil 2, der mehrere spiralförmige Nuten 3, eine
10 Stirnseite mit im wesentlichen radial verlaufenden stirnseitigen Schneidkanten 4 und am Umfang des Fräasers parallel zu den Spannuten verlaufenden Schneidkanten 5. Die Spannuten 3 werden hergestellt, indem eine flache Schleifscheibe, deren Dicke der Breite der Spannuten 3 entspricht,
relativ zur Achse 7 des Fräasers geneigt wird, um die Nuten in die zylindrische Wand des Schneid-
15 teils einzuschleifen, wobei während dieses Schleifvorganges eine axiale Relativbewegung zwischen Schleifscheibe und Fräser erfolgt und dabei gleichzeitig das Fräs Werkzeug um die Achse 7 gedreht wird. Das Verhältnis der Axialgeschwindigkeit zur Drehgeschwindigkeit des Fräasers bestimmt dann den Drallwinkel der Nuten 3 und wird im allgemeinen so abgestimmt, daß die Achse der Schleif-
scheibe mit der Achse 7 des Werkzeuges den bezüglich 90° komplementären Winkel des Drallwin-
20 kels γ_{p2} einschließt. Die Schnittlinien zwischen den Spannuten und dem äußeren Umfang des Werkzeuges bilden Schneidkanten, und zwar am Umfang des ursprünglich zylindrischen Schneidteils 2 die Hauptschneidkanten 5 und an der Stirnseite die stirnseitigen Schneidkanten 4.

Bei einem Bohrwerkzeug sind die Verhältnisse ähnlich, wobei bei einem Bohrer allerdings die
25 Schneidkanten 4 die Hauptschneidkanten wären, während die am Umfang vorgesehenen Schneidkanten 5 als Nebenschneidkanten bezeichnet werden würden.

Der Drallwinkel wird im allgemeinen auf den Winkel der äußeren Hauptschneidkanten 5 bezogen, den diese mit einer die Achse enthaltenden Ebene einschließen. In einer Abwinklung in einer Ebene
30 würde sich ein im wesentlichen gerader Schneidkantenverlauf ergeben und der Drallwinkel entspricht dann dem Winkel zur Vertikalen.

In der Draufsicht auf die Stirnfläche des Fräasers gemäß Figur 2 erkennt man, daß der Fräser vier Spannuten und vier Hauptschneidkanten 5 sowie vier Nebenschneidkanten 4 an der Stirnfläche
35 aufweist. Die Hauptschneidkanten 5 haben einen Seitenspanwinkel γ_0 , der ebenso wie der Spanwinkel der Nebenschneidkanten 4 im allgemeinen positiv ist. Die vorliegende Erfindung betrifft vor allem die Ausgestaltung der Nebenschneidkanten bzw. der Spanflächen im Bereich der Nebenschneidkanten 4. Dieser Verlauf ist in Figur 3 genauer dargestellt. Figur 3a zeigt nochmals den unter-

ren Abschnitt des in Figur 1 dargestellten Fräasers, wobei man in diesem Fall auch eine Abfasung 6 der äußeren Eckübergänge zwischen der Stirnfläche und der Umfangsfläche des Fräasers erkennt. Der untere Endabschnitt der Hauptschneidkanten 5 in einer dem eingekreisten Bereich der Figur 3a entsprechenden Ansicht ist in den Figuren 3b und 3c für zwei verschiedene Ausführungsformen dargestellt. Wie man erkennt, verläuft die Hauptschneidkante 5 relativ zur Achse 7 des Fräasers um einen Winkel γ_{p2} geneigt, der, wie bereits erwähnt, als Drallwinkel bezeichnet wird. Bei dem kontinuierlichen, unveränderten Verlauf der Hauptschneidkante 5 bis zur Stirnseite des Bohrers entspräche dieser Drallwinkel γ_{p2} gleichzeitig auch dem Spanwinkel der Nebenschneidkante 4. Wie man jedoch in den Figuren 3b und c sieht, verläuft die Hauptschneidkante 5 zur Stirnseite des Fräasers hin zunehmend steiler auf einem gekrümmten Bogen und erreicht in Figur 3c schließlich einen minimalen (positiven) Wert γ_{p0} und im Falle der Figur 3b einen ebenfalls minimalen, nunmehr aber negativen Wert γ'_{p0} . In Figur 3c verläuft der Übergang von dem Drallwinkel γ_{p2} zu dem Spanwinkel γ_{p0} der Hauptschneidkante entlang eines konstanten Radius R1. Im Falle der Figur 3b sind zwei Übergangsradien R2 und R1 vorgesehen, wobei der Radius R1 am untersten Ende der Hauptschneidkante 5 kleiner als der Radius R2 ist.

Es gibt jedoch auch Varianten und Ausführungsformen, bei welchen von der Schneidkante 4 ausgehend der Spanwinkel oder genauer gesagt der sich ändernde Winkel der Spanfläche relativ zur Fräserachse zunächst entlang eines relativ großen Radius (bezogen auf die Krümmung der Hauptschneidkante 5) nur allmählich zunimmt und dann einen kleineren Übergangsradius zu dem Drallwinkel γ_{p2} hat.

Das erfindungsgemäße Werkzeug vereinigt die positiven Eigenschaften von Werkzeugen mit großem Drallwinkel und einer deutlich positiven Nebenschneidkante mit der Stabilität eines Werkzeuges mit einer weniger positiven und gegebenenfalls sogar negativen Schneidkante und hat außerdem den Vorteil einer relativ einfachen und schnellen Herstellung, weil nämlich der Übergang von dem größeren Drallwinkel zu dem kleineren Spanwinkel gleichzeitig mit der Herstellung der Spannten bewirkt wird, indem während des Endabschnittes des Schleifvorgangs die Achse der Schleifscheibe programmgesteuert verkippt wird, so daß sich je nach dem eingestellten Programm die gewünschte Kontur und auf jeden Fall ein allmählicher Übergang von dem Drallwinkel zu dem endgültigen Spanwinkel ergibt.

Patentsprüche

- 5 1. Bohr- und/oder Fräswerkzeug, mit einem Schaft (1) und einem Schneidteil (2), wobei der Schneidteil an seinem Umfang spiralförmig bis zur Stirnseite des Schneidteiles (2) verlaufende Spannuten (3) und an seiner Stirnseite Schneidkanten (4) aufweist, die durch den Schnitt eines Teil der Spannutenflächen mit der Stirnfläche des Werkzeuges gebildet werden, wobei der bezüglich einer die Achse des Werkzeuges enthaltenden Ebene gemessene Drallwinkel (γ_{p2}) der Spannuten (3) größer ist als der zu einer entsprechenden Ebene gemessene Winkel (γ_{p0}) der an die stirnseitigen Schneidkanten (4) angrenzenden Spanflächen, welche durch einen unteren Endabschnitt der Spannuten gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Spanflächenwinkel (γ_{p0}), ausgehend von der stirnseitigen Schneidkante (4) kontinuierlich in den Drallwinkel (γ_{p1}) der Spannuten übergeht.
- 10 2. Bohr- oder Fräswerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Spanflächenwinkel von dem als Spanwinkel (γ_{p0}) in dem unmittelbar an die Schneidkante (4) angrenzenden Bereich definierten Wert über einen konstanten Krümmungsradius in den Drallwinkel (γ_{p2}) übergeht.
- 15 3. Bohr- oder Fräswerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Übergang vom Spanwinkel (γ_{p0}) zum Drallwinkel (γ_{p2}) über mindestens zwei verschiedene Radien erfolgt, wobei der an die Schneidkante angrenzende Radius kleiner ist als der Radius in dem an den Drallwinkel (γ_{p2}) angrenzenden Bereich.
- 20 4. Bohr- oder Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein unmittelbar an die Schneidkante angrenzender Spanflächenabschnitt einen negativen Spanwinkel aufweist, der mit zunehmendem Abstand von der Schneidkante zunächst 0 und anschließend positiv wird und schließlich in den Drallwinkelwert (γ_{p2}) übergeht.
- 25 5. Bohr- oder Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Übergangsbereich von der Schneidkante bis zum konstanten Drallwinkel (γ_{p2}) in axialer Richtung über eine Strecke erstreckt, die kleiner als der Werkzeugdurchmesser, vorzugsweise kleiner als der halbe Werkzeugdurchmesser ist.
- 30 6. Bohr- oder Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Eckenübergang der Stirnfläche zur Umfangsfläche des Werkzeuges eine Abfasung oder Abrundung vorgesehen ist, wobei die axiale Erstreckung der Abfasung oder Abrundung

kleiner ist als die axiale Erstreckung des Übergangsbereichs von der Schneidkante zu dem Drallwinkel.

- 5 7. Bohr- oder Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der durch den unmittelbar an die Schneidkanten (4) anschließenden Spanflächenabschnitt definierte Spanwinkel (γ_{p0}) gleich dem Seitenspanwinkel der am Umfang des Werkzeuges vorgesehenen Schneidkanten (5) ist, welche durch den Schnitt der Spannuten mit der Umfangsfläche des Schneidteils (2) gebildet werden.
- 10 8. Verfahren zur Herstellung eines Bohr- oder Fräswerkzeuges, welches einen Schaft (1) und ein im wesentlichen zylindrisches Schneidteil (2) aufweist, wobei mit Hilfe einer zur Achse des Werkzeuges geneigten, rotierenden Schleifscheibe während einer axialen Relativbewegung zwischen Schneidteil und Schleifscheibe und einer gleichzeitigen Drehung um die Achse des Schneidteiles (2) spiralförmige Spannuten in den Schneidteil eingeschliffen bzw. fertiggestellt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einer Annäherung des aktiven Schleifscheibenbereiches an die Stirnfläche des Werkzeuges die Achse der Schleifscheibe weiter in Richtung der Erzeugung eines kleineren Drallwinkels kontinuierlich verkippt wird.
- 15
- 20 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der axialen Relativgeschwindigkeit zwischen Werkzeug und Schleifscheibe zur Winkelgeschwindigkeit der Drehung um die Werkzeugachse bei der Annäherung an die Werkzeugstirnfläche vergrößert wird.
- 25 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der axialen Relativgeschwindigkeit zur Winkelgeschwindigkeit der Drehbewegung um die Werkzeugachse mit einem variabel einstellbaren Beschleunigungsprofil erfolgt.
- 30

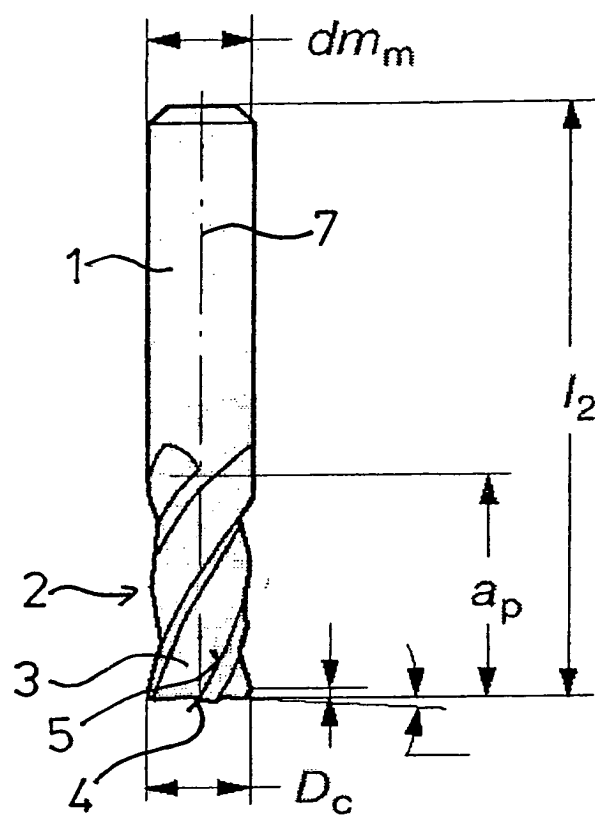


Fig. 1

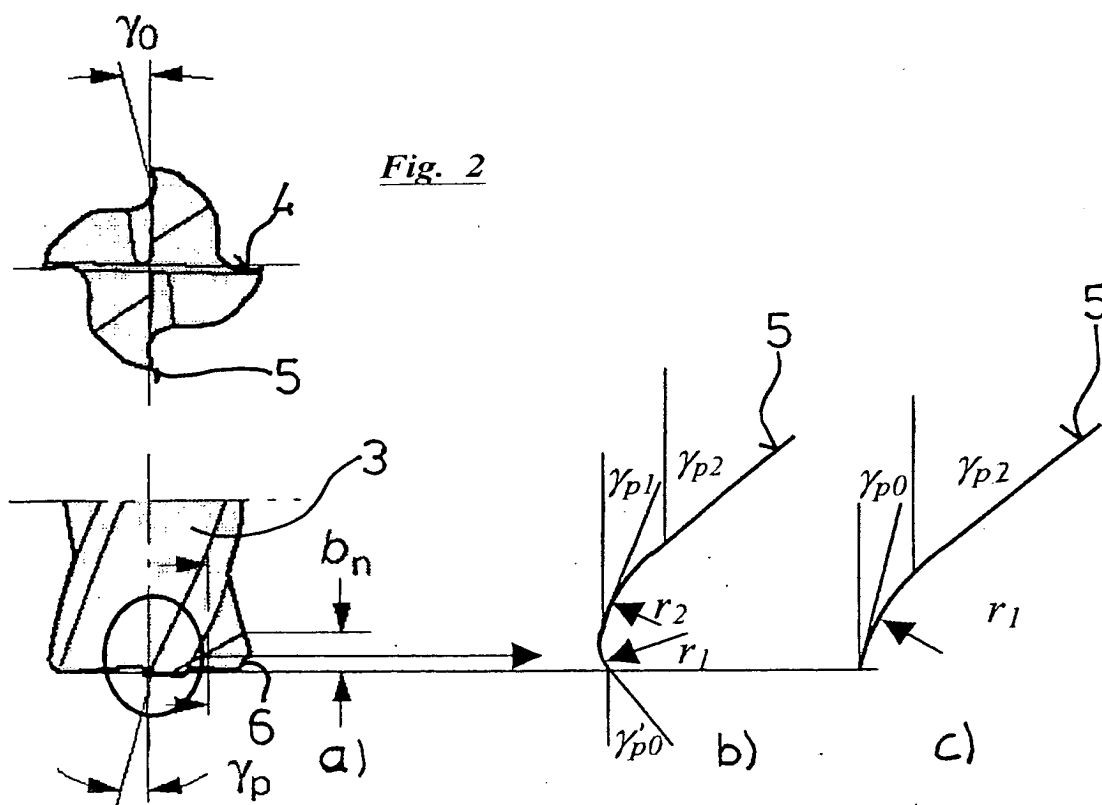


Fig. 3